

## BEST AVAILABLE COPY

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-135170

(43)Date of publication of application : 22.05.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/304  
B08B 7/00

(21)Application number : 09-208037

(71)Applicant : TEXAS INSTR INC &lt;TI&gt;

(22)Date of filing : 01.08.1997

(72)Inventor : DOUGLAS MONTE A  
TEMPLETON ALLEN C

(30)Priority

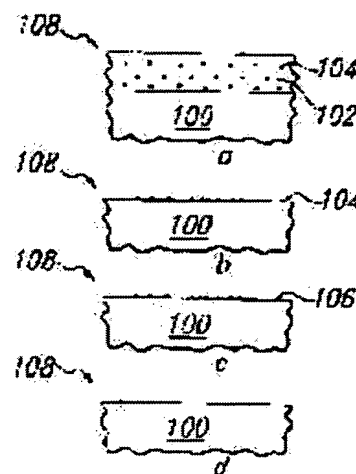
Priority number : 96 22913 Priority date : 01.08.1996 Priority country : US

## (54) INORGANIC CONTAMINATION ELIMINATING METHOD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for eliminating inorganic contamination material from a layer covering a substrate.

SOLUTION: This method contains the following: a process for eliminating a layer 102 covering a substrate 100 by using at least one kind of remover, and exposing inorganic contamination material 104, a process for making the inorganic contamination material 104 react with at least one converting agent and transforming the material 104 to inorganic contamination material 106 which can be dissolved in the solvent to be used in the later process, more easily than the material 104 which is not transformed, and a process for exposing the transformed inorganic contamination material 106 to at least one kind of solvent contained in first supercritical fluid, and eliminating the material 106.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-135170

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月22日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 21/304

B 0 8 B 7/00

識別記号

3 4 1

F I

H 0 1 L 21/304

B 0 8 B 7/00

3 4 1 M

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-208037

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月1日

(31) 優先権主張番号 0 2 2 9 1 3

(32) 優先日 1996年8月1日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 590000879

テキサス インスツルメンツ インコーポ  
レイテッド

アメリカ合衆国テキサス州ダラス, ノース  
セントラルエクスプレスウェイ 13500

(72) 発明者 モンテ エイ. ダグラス

アメリカ合衆国テキサス州コッペル, フー  
ド ドライブ 627

(72) 発明者 アレン シー. テンプルトン

アメリカ合衆国テキサス州プリンス  
トンを, ヨークシャー ドライブ 201, ナンバー  
6

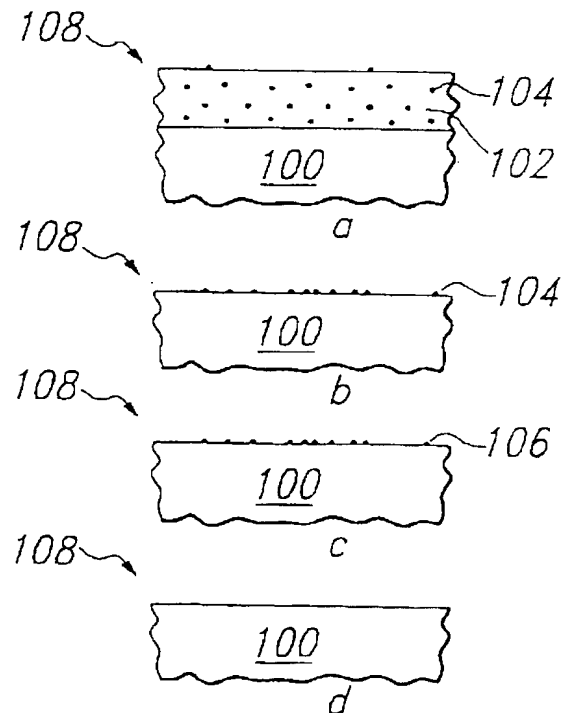
(74) 代理人 弁理士 浅村 皓 (外 3 名)

(54) 【発明の名称】 無機汚染除去方法

(57) 【要約】

【課題】 基板を覆う層から無機汚染物質を除去する方法を提供する。

【解決手段】 本方法は：基板100を覆う層102を少なくとも1つの除去剤で以て除去して、無機汚染物質104を露出させる工程；無機汚染物質104を少なくとも1つの変換剤と反応させて、それによって無機汚染物質104を変換して、後で用いられる溶剤中で未変換の場合よりもより容易に溶解する無機汚染物質106とする工程；前記変換された無機汚染物質106を、第1の超臨界流体中に含まれる少なくとも1つの溶剤にさらすことによってそれを除去する工程、を含む。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板を覆う層から無機汚染物質を除去する方法であって、  
前記基板を覆う前記層を少なくとも1つの除去剤で以て除去する工程、  
前記無機汚染物質を少なくとも1つの変換剤と反応させることによって前記無機汚染物質を変換する工程、  
前記変換された無機汚染物質を、第1の超臨界流体中に含まれた少なくとも1つの溶剤にさらすことによってそれを除去する工程、を含み、  
ここにおいて、前記変換された無機汚染物質が前記無機汚染物質よりも前記溶剤中でより高い溶解性を示す、ことを特徴とする方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体デバイス製造および処理に関するものであって、更に詳細には超臨界流体媒体中の無機汚染を除去する方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】例えば、集積回路や液晶ディスプレイの製造において、基板および後で形成される半導体層の汚染は多くの問題を引き起こすので、できる限り減らすべきである。そのような汚染の例としては、残留粒子、有機物、および金属がある。更に、汚染物質は半導体層の表面上に付着したり、あるいは半導体層と別の層（例えば、酸化物層）との間に付着したりする。一般に、半導体デバイスの製造ではウェットな処理が用いられる。ウェットな洗浄処理は、粒子除去および金属除去工程と、それらの中間で実行されるリンス工程、および最終的な乾燥工程という順に行うことができる。乾燥工程は、ウェハをスピンドル回転させてウェハ上の流体を振り飛ばすか、あるいはウェハを熱イソプロピルアルコール蒸気雲中でリンスすることによって、ウェハ表面へ凝縮させて水を排除させるかのいずれかの方法で行われるのが普通である。

## 【0003】

【発明の解決しようとする課題】このタイプのウェットな洗浄プロセスは特に重大な問題を抱えている。特に、このタイプの金属除去プロセスのほとんど（強い酸性の混合物を含むのが普通である）はウェハ表面へ粒子を付加することになり、また、粒子除去プロセス（アルカリ／酸化剤混合物を含むのが普通である）はウェハ表面へ金属を付加することになる。更に、ウェットな洗浄プロセスのほとんどが次のような問題：エレクトロニクス級のウェットな化学薬品を得るための費用；ウェットな洗浄プロセスで使用された苛性薬品の廃棄の費用；トレンチ等の高アスペクト比な構造中へウェットな化学的洗浄効果が到達するのを制限または妨害する流体の表面張力；およびすべてドライなプロセス（半導体処理においてより頻繁に用いられている）との調和の欠如、を抱え

ている。このため、金属除去工程に続いて粒子除去工程を施せば、金属が残存することになり、また逆の順序にすれば粒子は少なくなるであろうが最終的なリンス工程によって金属汚染が発生することになる。

【0004】超臨界流体（すなわち、超臨界の二酸化炭素）が近年注目を浴びている。これは、コーヒーの脱カフェインおよびリネン／繊細な衣服のドライクリーニングを含む分野において特にそうである。更に、超臨界CO<sub>2</sub>はを用いて半導体ウェハから有機物汚染を除去することができる。International Journal of Environmentally Conscious Design and Manufacturing（環境に配慮した設計および製造国際誌）の第2巻、83頁（1993年）を参照された（“超臨界二酸化炭素は中間ないし低レベルの揮発性を有し、有機化合物の除去に最も適している”と述べている）。しかし、超臨界CO<sub>2</sub>は半導体ウェハから無機の汚染物質（すなわち、金属）を洗浄することに関しては無効であると一般に言われている。

【0005】別の分野に関して、一群の研究者が植物を超臨界CO<sub>2</sub>にさらして、金属をキレート剤によって中和することによって植物から金属を除去する方法を発見した。エリザベスK. ウィルソン（Elizabeth K. Wilson）によるC&EN 27巻（1996年4月15日号）掲載の論文“超臨界二酸化炭素によって抽出された有毒金属（Toxic Metals Extracted with Supercritical Carbon Dioxide）”、および米国特許第5,356,538号を参照。しかし、この研究は“非極性の超臨界CO<sub>2</sub>それ自身は、正に帯電した重金属イオンを溶媒和するのに無力である。しかしながら、研究者は、もしも金属がキレート剤によって予め中性化されるのであれば金属を溶解でき、更に、キレート剤をフッ化することでその溶解度が劇的に増大するというのを見いだした”と述べている。同誌の頁27。しかし、この方法にはいくつかの問題がある。まず、帯電していない金属を除去することは難しい。第2に、フッ化していないキレート剤は高価である。第3に、フッ化キレート剤の大量合成は高価につく。第4に、フッ化しても、していなくてもキレート剤は非常に有毒で、純化および廃棄するためには高額のコストが掛かる。第5に、フッ化したキレート剤によって容易に溶解する金属には限界がある。第6に、この発表の方法を用いた場合、キレート化していない金属の下層の半導体基板中への拡散は悲惨なものとなろう。

【0006】従って、本発明の1つの目的は、半導体ウェハと自然酸化物層との間から金属汚染を除去する方法を提供することである。本発明の別の1つの目的は、半導体ウェハと自然酸化物層との間から無機汚染物質を除去する方法を提供することである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】要約すると、本発明の 1 つの実施例は、イオン性および中性の、軽いおよび重い無機の（金属）化学種を化学的に改質することに付随する問題点を克服し、従来の高価でない、高純度の無毒な溶剤にさらされた時に、これらのイオン性および中性の、軽いおよび重い無機の（金属）化学種が可溶となるようにする方法である。本発明の方法は次の工程：その中に無機汚染物質が含まれている自然酸化物（および／あるいは、無機汚染物質と基板との間に存在している自然酸化物、および／あるいは無機汚染物質を取り囲んでいる自然酸化物）を除去して、無機汚染物質（これは自然酸化物の内部に取り込まれていたり、あるいは自然酸化物の下側に存在したりする）を露出させること；無機汚染物質を化学的に改質すること；化学的に改質された無機汚染物質を、超臨界流体（好ましくは超臨界  $\text{CO}_2$ ）中に含まれる従来の溶剤にさらすこと；そして従来のように溶解され、化学的に改質された無機汚染物質を超臨界流体（SCF）中へ除去すること、を含んでいる。無機汚染物質の化学的な改質は、SCF への露出の前かあるいはその間に行われる。本発明の重要な点は：自然酸化物中の汚染物質が露出されて、その後改質され除去されること；無機汚染物質は予め化学的な改質を行うことなしでは超臨界  $\text{CO}_2$  流体中に可溶でないこと；および化学的に改質された無機汚染物質は化学的な改質工程と同時に溶剤によって除去されること、である。

【0008】本発明の 1 つの実施例は、基板を覆う層から無機汚染物質を除去する方法であって、その方法は：基板を覆う層を少なくとも 1 つの除去剤で除去すること；無機汚染物質を少なくとも 1 つの変換剤と反応させて、無機汚染物質を変換すること；変換された無機汚染物質を、第 1 の超臨界流体中に含まれる少なくとも 1 つの溶剤にさらすことによって除去すること、の工程を含んでおり、ここにおいて、前記変換された無機汚染物質が前記無機汚染物質よりもより容易に溶剤中に可溶であることを特徴とする。好ましくは、前記変換剤は：酸、アルカリ、キレート剤、配位子剤、含ハロゲン剤、およびそれらの任意の組み合わせを含むグループのうちから選ばれたものである。更に詳細には、変換剤は  $\text{HF}$  を含み、また超臨界  $\text{CO}_2$  中に含まれる。好ましくは、溶剤は：極性ガス、非極性ガス、極性超臨界流体、非極性超臨界流体、極性化学種、非極性化学種、表面活性剤、洗剤、両性物質、あるいはキレート剤を含むグループのうちから選ばれたものであり、前記溶剤は超臨界  $\text{CO}_2$  中に含まれる。被覆層は自然酸化物を含むことができる。基板を覆う層を除去剤によって除去する工程および無機汚染物質を変換剤と反応させる工程は同時に実行することができる。あるいは、基板を覆う層を除去剤によって除去する工程、無機汚染物質を変換剤と反応させる工程、および変換された無機汚染物質を除去する工程は、

すべて同時に実行してもよい。あるいは基板を覆う層を除去剤で除去する工程を実行した後で、無機汚染物質を変換剤と反応させる工程と変換された無機汚染物質を除去する工程とを同時に実行することもできる。好ましくは、除去剤は  $\text{HF}$  を含み、それは第 2 の超臨界流体に含まれる。この第 2 の超臨界流体は超臨界  $\text{CO}_2$  を含むことが好ましい。

【0009】本発明の別の 1 つの実施例は、基板を覆う層から無機汚染物質を除去する方法であって、その方法は：基板を覆う層を、第 1 の超臨界流体中に含まれる少なくとも 1 つの除去剤によって除去すること；無機汚染物質を、第 2 の超臨界流体中に含まれる少なくとも 1 つの変換剤と反応させることによって、無機汚染物質を変換すること；変換された無機汚染物質を、第 3 の超臨界流体中に含まれる少なくとも 1 つの溶剤にさらすことによって変換された無機汚染物質を除去すること、の工程を含んでおり、ここにおいて、前記変換された無機汚染物質が前記無機汚染物質よりも容易に溶剤に可溶であることを特徴としている。基板を覆う層を除去剤によって除去する工程と無機汚染物質を変換剤と反応させる工程は同時に実行してもよい。しかし、基板を覆う層を除去剤によって除去する工程、無機汚染物質を変換剤と反応させる工程、および変換された無機汚染物質を除去する工程は、すべて同時に実行してもよい。あるいは、基板を覆う層を除去剤で除去する工程を実行した後で、無機汚染物質を変換剤と反応させる工程と変換された無機汚染物質を除去する工程とを同時に実行することもできる。

## 【0010】

【発明の実施の形態】図 1 は、本発明の方法を実施するために用いることのできる処理システムを示している。洗浄すべき試料（無機汚染物質を含む半導体ウエハ）はコンテナ 16 中に保持される。超臨界流体（好ましくは  $\text{CO}_2$  ガス）がガスリザーバー 28 から供給される。ガスリザーバー 28 は、バルブ 32 を含む導管 30 によって加圧ユニット 34 へつながれており、加圧ユニット 34 は約  $32^\circ\text{C}$  よりも高温において、ガス圧を約 70 ないし 75 気圧にまで高めて、超臨界流体を生成する。超臨界流体（SCF）はバルブ 36 および導管 30 を通って、固体、流体、あるいはガス状の除去剤を収容するリザーバー 11 へ輸送される（バルブ 1 および 3 が開き、バルブ 2 が閉じている限り）。使用できる除去剤は後にリストアップする。SCF を除去剤の中を通すことによって、SCF 中に改質剤が取り込まれる。除去剤を取り込んだ SCF はリザーバー 11 を出て、コンテナ 16 へ入る。SCF 混合物と無機汚染物質とが導入されて、無機汚染物質を含む最上層が除去され、それによって無機汚染物質が露出される（そして多分同時に、無機汚染物質が改質される）。

【0011】除去剤による無機汚染物質を含む最上層の

除去（それによる無機汚染物質の露出）に続いて、あるいはそれと同時に、また改質された無機汚染物質の除去に続いて、あるいはそれと同時に、SCFはバルブ36および導管38を通して、固体、流体、あるいはガス状の改質剤を収容するリザーバー12へ輸送される。使用できる改質剤は後にリストアップする。このことは、バルブ1、3、および5を閉じ、バルブ2、4、および6を開くことによって実行される。改質剤の中をSCFを通すことによってSCF中に改質剤が取り込まれる。改質剤を取り込んだSCFはリザーバー14を出て、チェンバー16へ入る。SCF混合物と露出された無機汚染物質とが導入されることによって、無機汚染物質が改質され、それが試料（好ましくは半導体ウエハ）の表面に存在することになる。

【0012】最上層の除去（従って無機汚染物質の露出）に続いて、あるいはそれと同時に、また改質剤による半導体試料上の無機汚染物質の改質に続いて、あるいはそれと同時に、SCFはバルブ36および導管38を通してリザーバー14（固体、流体、あるいはガス状の溶剤を収容する）へ輸送される。使用できる溶剤は後にリストアップする。このことは、バルブ1、3、4、6、および9を閉じ、バルブ2、5、および8を開くことによって行われる。溶剤中をSCFを通すことによってSCF中に溶剤が取り込まれる。溶剤を取り込んだSCFはリザーバー14を出て、チェンバー16へ入る。SCF混合物と、露出され改質された無機汚染物質とが導入されることによって、露出され改質された無機汚染物質が試料（好ましくは半導体ウエハ）表面から除去されることになる。

【0013】改質された無機汚染物質およびCO<sub>2</sub>が除去され、減圧されたバルブ18を通されることによって、無機汚染物質がコンテナ20中に析出する。次にCO<sub>2</sub>ガスはポンプ24によってライン26を通りリザーバー28へと循環される。無機汚染物質はライン22を通して除去できる。

【0014】本発明の1つの実施例は、自然酸化物の中から、あるいは下層の半導体層と自然酸化物層との間から無機汚染物質（多分、金属）を除去する方法である。好ましくは、本方法は次の工程を含んでいる。まず第1に、自然酸化物（それは30Å程度の厚さ）を除去剤にさらすことによってそれを除去する。第2に、この無機汚染物質を変換剤と反応させることによって無機汚染物質を（好ましくは、より可溶なかたちに）変換する。除去剤および変換剤は同じ元素を含むことができる。第3に、変換された無機汚染物質を溶剤によって除去する。この除去剤、改質剤、および溶剤は同じ元素を含むことができ、同時にあるいは逐次的に適用することができる。

【0015】除去剤はフッ酸を含むことができる。更に、それは蒸気露出、プラズマ露出のいずれの形態で

も導入でき、あるいは半導体ウエハをHFを含む超臨界流体（好ましくはCO<sub>2</sub>）にさらすことによって導入することもできる。変換剤はHFを含むことができ、あるいはそれは任意のその他の含ハロゲン剤（好ましくは塩素）を含むものでもよい。変換剤はウエハへの蒸気露出、ウエハへのプラズマ露出のいずれの形態でも導入できるが、ウエハを、変換剤を含む超臨界流体（好ましくはCO<sub>2</sub>）にさらすことによっても導入できる。好ましくは、変換剤は酸（好ましくは、KCN、HF、HCl、HI、あるいはKI）、アルカリ（好ましくは、NH<sub>4</sub>OH、KOH、あるいはNF<sub>3</sub>）、キレート剤（好ましくは、ジベーターケトン）、ハロゲン剤（好ましくはCl、F、Br、あるいはI）、あるいは極性剤（好ましくは、CO、NH<sub>3</sub>、NO、COS、NH<sub>4</sub>OH、水、あるいはH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>）を含むものである。好ましくは、溶剤は、極性ガス（好ましくは、CO、COS、NO、NH<sub>3</sub>、あるいはNF<sub>3</sub>）、非極性ガス（好ましくは、N<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、あるいはF<sub>2</sub>）、極性SCF（好ましくは、NO<sub>2</sub>）、非極性SCF（好ましくは、CO<sub>2</sub>）、極性化学種（好ましくは、水、エタノール、メタノール、アセトン、あるいはグリコール）、非極性化学種（好ましくは、テトラヒドロフラン、あるいはジメチルホルムアミド）、表面活性剤、洗剤、あるいは両性物質（好ましくは、ドデシル硫酸ナトリウム、第四アンモニウム塩、あるいはカチオン、アニオン、非イオン性、あるいは双性のイオン表面活性剤）、あるいはキレート剤（好ましくは、ベーターゲトン、フッ化、非フッ化のクラウンエーテル）を含むものであり、これらは超臨界流体（好ましくはCO<sub>2</sub>）中に含まれることが好ましい。

【0016】図2aないし図2dを参照すると、本発明の方法は、自然酸化物102の上、自然酸化物102の内部、あるいは自然酸化物102と下層100との間に存在する無機汚染物質104を除去することができる。本方法は、自然酸化物層102を除去し（図2aおよび図2bを参照）、後の除去工程でより可溶となるように無機汚染物質を変換し（無機汚染物質104がより可溶な無機汚染物質106へと改質される様子を示した図2bおよび図2cを参照）、そして変換された無機汚染物質を除去する（図2dを参照）ことができる。変換剤は、無機汚染物質を後続の除去工程でより可溶なもの（より容易に除去できるもの）とすることのできる任意の薬剤を含むことができる。従って、変換剤はキレート剤を含むことができる。更に、自然酸化物の除去および無機汚染物質の変換は1つの工程で実施することができる。

【0017】除去剤はSCF中に含まれることも含まれないこともできる。変換剤も、SCF中に含まれても含まれなくてもよい。更に、除去剤、変換剤、および溶剤はすべて同時に導入してもよい。あるいはまず除去剤と

変換剤と一緒に導入した後で、溶剤を導入してもよい。あるいは除去剤を導入して、その後で変換剤と溶剤と一緒に導入してもよい。

【0018】例えば、無機汚染物質104がナトリウムを含んでおり、そしてこの汚染物質が自然酸化物102（図2aに示されたように）の内部一面に含まれていると仮定しよう。自然酸化物102を除去するために、デバイス108中へHFが導入される。HFはSCF中に含ませても、そうでなくてもどちらでもよい。この工程の結果は図2bに示されている。次に、デバイス108はHFにさらされる（このことは前の工程と同時に実行してもよい）。この工程の結果、ナトリウム汚染が変換／変更される。結果はNaFである（図2cでは汚染物質106として示されている）。次に、デバイス108は溶剤（超臨界CO<sub>2</sub>中に取り込まれた水）にさらされて、より可溶性な汚染106が除去される。結果は図2dに示されており、これによって自然酸化物と汚染物質の両方が除去されている。

【0019】ここでは本発明の特定の実施例しか説明しなかったが、これは本発明のスコープを限定するものではない。本発明の多くの実施例が本明細書の方法論に照らして当業者には明らかになろう。本発明のスコープは特許請求の範囲によってのみ限定される。

【0020】以上の説明に関して更に以下の項を開示する。

（1）基板を覆う層から無機汚染物質を除去する方法であって、前記基板を覆う前記層を少なくとも1つの除去剤で以て除去する工程、前記無機汚染物質を少なくとも1つの変換剤と反応させることによって前記無機汚染物質を変換する工程、前記変換された無機汚染物質を、第1の超臨界流体中に含まれた少なくとも1つの溶剤にさらすことによってそれを除去する工程、を含み、ここにおいて、前記変換された無機汚染物質が前記無機汚染物質よりも前記溶剤中でより高い溶解性を示す、ことを特徴とする方法。

【0021】（2）第1項記載の方法であって、前記変換剤が：酸、アルカリ、キレート剤、配位子剤、含ハロゲン剤、およびそれらの任意の組み合わせを含むグループのうちから選ばれたものであることを特徴とする方法。

【0022】（3）第1項記載の方法であって、前記変換剤がHFを含んでいることを特徴とする方法。

【0023】（4）第1項記載の方法であって、前記変換剤が超臨界CO<sub>2</sub>中に含まれていることを特徴とする方法。

【0024】（5）第1項記載の方法であって、前記溶剤が：極性ガス、非極性ガス、極性超臨界流体、非極性超臨界流体、極性化学種、非極性化学種、表面活性剤、洗剤、両性物質、あるいはキレート剤を含むグループのうちから選ばれたものであることを特徴とする方法。

【0025】（6）第1項記載の方法であって、前記溶剤が超臨界CO<sub>2</sub>中に含まれていることを特徴とする方法。

【0026】（7）第1項記載の方法であって、前記被覆層が自然酸化物を含んでいることを特徴とする方法。

【0027】（8）第1項記載の方法であって、前記基板を覆う前記層を除去剤で以て除去する前記工程と、前記無機汚染物質を変換剤と反応させる前記工程とが同時に実施されることを特徴とする方法。

【0028】（9）第1項記載の方法であって、前記基板を覆う前記層を除去剤で以て除去する前記工程、前記無機汚染物質を変換剤と反応させる前記工程、および前記変換された無機汚染物質を除去する前記工程がすべて同時に実施されることを特徴とする方法。

【0029】（10）第1項記載の方法であって、前記基板を覆う前記層を除去剤で以て除去する前記工程を実施した後で、前記無機汚染物質を変換剤と反応させる前記工程と前記変換された無機汚染物質を除去する前記工程とが同時に実施されることを特徴とする方法。

【0030】（11）第1項記載の方法であって、前記除去剤がHFを含んでいることを特徴とする方法。

【0031】（12）第1項記載の方法であって、前記除去剤が第2の超臨界流体中に含まれていることを特徴とする方法。

【0032】（13）第1項記載の方法であって、前記第2の超臨界流体が超臨界CO<sub>2</sub>を含んでいることを特徴とする方法。

【0033】（14）第1項記載の方法であって、前記除去剤がHFを含んでいることを特徴とする方法。

【0034】（15）基板を覆う層から無機汚染物質を除去する方法であって、前記基板を覆う前記層を、第1の超臨界流体中に含まれる少なくとも1つの除去剤で以て除去する工程、前記無機汚染物質を、第2の超臨界流体中に含まれる少なくとも1つの変換剤と反応させて、前記無機汚染物質を変換する工程、前記変換された無機汚染物質を、第3の超臨界流体中に含まれる少なくとも1つの溶剤にさらすことによって除去する工程、を含み、ここにおいて、前記変換された無機汚染物質が前記無機汚染物質よりも前記溶剤中でより高い溶解性を示す、ことを特徴とする方法。

【0035】（16）第1項記載の方法であって、前記基板を覆う前記層を除去剤で以て除去する前記工程と、前記無機汚染物質を変換剤と反応させる前記工程とが同時に実施されることを特徴とする方法。

【0036】（17）第1項記載の方法であって、前記基板を覆う前記層を除去剤で以て除去する前記工程、前記無機汚染物質を変換剤と反応させる前記工程、および前記変換された無機汚染物質を除去する前記工程がすべて同時に実施されることを特徴とする方法。

【0037】（18）第1項記載の方法であって、前

記基板を覆う前記層を除去剤で以て除去する前記工程を実施した後で、前記無機汚染物質を変換剤と反応させる前記工程と前記変換された無機汚染物質を除去する前記工程とが同時に実施されることを特徴とする方法。

【0038】(19) 本発明の1つの実施例は、基板(基板100)を覆う層(層102)から無機汚染物質(図2aないし図2bの汚染物質104)を除去する方法であって、その方法は：前記基板を覆う前記層を少なくとも1つの除去剤で以て除去する工程；前記無機汚染物質を少なくとも1つの変換剤と反応させて、それによ

って無機汚染物質を変換する工程；前記変換された無機汚染物質を、第1の超臨界流体中に含まれる少なくとも1つの溶剤にさらすことによってそれを除去する工程、を含み、ここにおいて、前記変換された無機汚染物質は、前記無機汚染物質よりも前記溶剤中で高い溶解性を示す。

【関連特許および特許出願へのクロスリファレンス】次の、同様に譲渡された特許および特許出願をここに参考のために引用する。

特許番号／シリアル番号

出願日

TI ケース番号

60/0221811

1996年7月25日

TI-21081

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の1つの実施例に従った、試料クリーニングシステムの模式図。

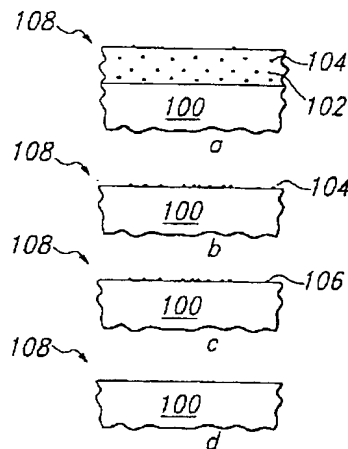
【図2】 aないしdは本発明の1つの実施例を示す断面図。

【符号の説明】

- 11 リザーバー
- 12 リザーバー
- 14 リザーバー
- 16 コンテナ
- 18 減圧バルブ
- 20 コンテナ
- 22 ライン

- 24 ポンプ
- 26 ライン
- 28 ガスリザーバー
- 32 バルブ
- 34 加圧ユニット
- 36 バルブ
- 38 導管
- 20 100 下層
- 102 自然酸化物
- 104 無機汚染物質
- 106 変換された無機汚染物質
- 108 デバイス

【図2】





【図1】

